نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۷۲-۳۵۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 3, Fall. 2019, p. 359-372

اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک

فاطمه قریشی[۱]، امیر لکزیان[۲*]، امیر فتوت[۳]، حمید ذبیحی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰

چکیده

روش‌های مدیریتی بقایای گیاهی با تاثیر بر ویژگی‌های خاک، می‌تواند نقش موثری در بهبود باروری و کیفیت خاک و همچنین افزایش عملکرد محصول داشته باشند. به‌منظور بررسی تاثیر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک، دو طرح آزمایشی مجزا در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند موجب تغییرات معنی‌داری بر ویژگی‌های شیمیایی (غیر از اسیدیته) و زیستی مورد مطالعه شدند. تمام روش‌های مدیریتی نظیر سوزاندن بقایا، مخلوط کردن بقایا، مخلوط کردن بقایا همراه با کود شیمیایی به‌جز رهاسازی بقایا در سطح خاک موجب افزایش مقدار کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. به‌طور کلی در هر دو بقایای گیاهی بیشترین مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و پتاسیم قابل دسترس مربوط به تیمار بقایای گیاهی به همراه کود اوره و شخم بود. در مورد تنفس میکروبی پایه و کربن زیست‌توده میکروبی خاک موثرترین روش‌های مدیریتی تیمار بقایای گیاهی به همراه شخم بود. همچنین در این پژوهش اگرچه تیمارهای سوزاندن بقایای گیاهی موجب بهبود وضعیت عناصر غذایی، تنفس میکروبی پایه و کربن زیست‌توده میکروبی نسبت به تیمار شاهد شدند ولی کارایی کمتری نسبت به تیمارهای شخم و افزودن کود به بقایا داشتند. براساس نتایج می‌توان گفت مناسب‌ترین روش از نظر ارتقای شاخص‌های کیفی خاک در هر دو بقایای گندم و چغندرقند مخلوط کردن بقایا به‌وسیله شخم با خاک به همراه کود اوره و همچنین مخلوط کردن بقایا به‌وسیله شخم با خاک بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنفس میکروبی پایه، سوزاندن بقایا، شخم بقایا، عناصر غذایی

مقدمه

جمعیت انسانی جهان به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. این روند افزایش جمعیت باعث شده است که بشر در تکاپوی بهبود کشاورزی و صنعت، به‌منظور افزایش تولید مواد غذایی باشد. کاربرد کودهای شیمیایی یکی از معمول‌ترین شیوه‌های مدیریت کشاورزی بوده و سهم قابل توجهی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته است (Lou *et al.*, 2011). با این حال، کاربرد بیش از حد و طولانی مدت کودهای شیمیایی می‌تواند منجر به کاهش کیفیت خاک و آب‌های زیرزمینی، اختلال‌های شدید تغذیه‌ای در زمین‌های زراعی و آسیب‌های زیست محیطی شود (Wei *et al.*, 2015). در سال‌های اخیر افزایش نگرانی‌ها در مورد تولید مواد غذایی سالم و تاکید بر حفظ ظرفیت باروری و کیفیت خاک موجب توجه بیشتر به حفظ و افزایش مواد آلی خاک از طریق شیوه‌های مدیریتی مناسب شده است (FAO, 2011). بنابراین افزودن منظم اصلاح‌کننده‌های آلی به منظور افزایش و یا حفظ مقدار مواد آلی خاک و حفظ کیفیت خاک امری ضروری است (FAO, 2011).

آماده‌ترین و در دسترس‌ترین شکل زیست‌توده و یکی از منابع طبیعی عمده کودهای آلی بقایای گیاهی هستند (Wei *et al.*, 2015). بقایای گیاهی بزرگ‌ترین منبع مواد آلی خاک برای اراضی کشاورزی به‌شمار می‌آیند (Xu and Coventry, 2003). در سطح جهانی کل بقایای گیاهی تولید شده ۳/۸ بیلیون تن در سال تخمین زده شده است که ۷۴٪ آن مربوط به غلات، ۸٪ مربوط به حبوبات، ۳٪ مربوط به گیاهان روغنی، ۱۰٪ مربوط به گیاهان قندی و ۵٪ مربوط به گیاهان غده‌ای می‌باشد (Lal, 2005). پژوهش‌ها نشان داده است که بقایای گیاهی غنی از مواد آلی و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه هستند و افزودن آنها به خاک اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های خاک دارد و می‌تواند موجب بهبود باروری و کیفیت خاک و همچنین افزایش عملکرد محصول شود (Kabirinejad *et al.*, 2014).

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب استان خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: lakzian@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v17i3.68260

نکته قابل توجه در مورد استفاده از بقایای گیاهی این است که کشاورزان معمولاً مدیریت یکسان و یکنواختی را برای استفاده از بقایای گیاهی به‌کار نمی‌برند. بیشتر کشاورزان کاه و کلش غلات را همراه با دانه برداشت و به فروش می‌رسانند و یا بقایای گیاهی را به‌منظور آماده ساختن زمین برای کشت بعدی و یا به بهانه مبارزه با آفات و بیماری‌ها می‌سوزانند. همچنین بعضی کشاورزان بقایای گیاهی را با شخم زدن در خاک دفن می‌نمایند و یا آنها را بر سطح خاک باقی می‌گذارند.

پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که مدیریت بقایای گیاهی حائز اهمیت است و تاثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک دارد (Mu *et al.*, 2016). به‌عنوان مثال مولامبا و لال (Mulumba and Lal, 2008) گزارش کردند که حفظ بقایای گیاهی غلات در سطح خاک به‌عنوان مالچ میزان آب قابل استفاده گیاه و تخلخل کل خاک را افزایش داد. فرهودی و همکاران (Farhoodi *et al.*, 1999) اثر مدیریت‌های سوزاندن، جمع‌آوری، برگرداندن بقایای گندم (*Triticum aestivum*) و آیش را بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که برگرداندن بقایای گندم مقدار کربن آلی خاک را افزایش و نیتروژن خاک را کاهش داد و اثری بر مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، روی و pH خاک نداشت. آنها دلیل اصلی کاهش مقدار نیتروژن خاک را اضافه شدن حجم زیادی از بقایای گیاهی گندم حاوی کربن به خاک دانستند. چرا که مواد آلی منبع اصلی انرژی برای ریزجانداران خاک می‌باشند و با افزایش کربن آلی خاک و تشدید فعالیت ریزجانداران، نیاز آنها به نیتروژن افزایش یافته و میزان زیادی از نیتروژن خاک توسط آنها جذب می‌گردد (Farhoodi *et al.*, 1999). گزارش شده است که سوزاندن بقایای گیاهی از طریق افزایش تلفات کربن آلی و نیتروژن خاک، خشک شدن خاک و افزایش سله و ناپایداری خاکدانه‌ها موجب تخریب اکوسیستم‌های زراعی می‌شود (Malhi and Nneji, 2010). در پژوهشی دیگر مو و همکاران (Mu *et al.*, 2016) گزارش کردند که برگرداندن بقایای گیاهی در مقایسه با حذف بقایای گیاهی غلظت نیتروژن کل خاک را افزایش داد.

همچنین مدیریت بقایای گیاهی با تاثیر مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت و کمیت بقایای گیاهی موجود در خاک می‌تواند وضعیت ریزجانداران خاک و به دنبال آن فعالیت‌های میکروبی را تغییر دهد (Hoseini *et al.*, 2010). به‌عنوان مثال حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2013) در پژوهشی به بررسی اثر برگرداندن و سوزاندن بقایای گیاهی گندم بر ویژگی‌های فیزیکی و زیستی خاک پرداختند و نتیجه گرفتند که برگرداندن بقایا به خاک به دلیل افزایش ماده آلی و اثرات مطلوب آن بر ویژگی‌های فیزیکی و افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک را به دنبال داشت. در صورتی که سوزاندن بقایا با از بین بردن مواد آلی خاک و همچنین کاهش جمعیت ریزجانداران خاک اثر نامطلوبی بر کیفیت خاک و عملکرد محصول داشت. مندهام و همکاران (Mendham *et al.*, 2002) اثر مدیریت‌های مختلف (سوزاندن، حذف و حفظ بقایای گیاهی) بقایای گیاه اکالیپتوس را بر زیست‌توده میکروبی خاک بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که حفظ بقایای گیاهی موجب افزایش کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی شد در حالی‌که تفاوتی بین مدیریت‌های سوزاندن و حذف بقایای گیاهی وجود نداشت.

از آن‌جایی‌که خاک بخش مهمی از محیط‌زیست را تشکیل می‌دهد، ارزیابی کیفیت آن به‌منظور تشخیص وضعیت کیفی محیط‌زیست امری ضروری است. پژوهش‌های گذشته نشان داده‌اند که غلظت عناصر غذایی خاک (برای مثال کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به دلیل اثرات مطلوبی که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک دارند، می‌توانند شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی کیفیت و باروری خاک باشند (Karami *et al.*, 2012). همچنین زیست‌توده میکروبی خاک به‌عنوان بخش بسیار فعال و ناپایدار کربن آلی خاک است و کارکرد ویژه‌ای در تجزیه مواد آلی، چرخه عناصر غذایی و پایداری اکوسیستم دارد. بر این اساس، زیست‌توده میکروبی از مهمترین شاخص‌های زیستی خاک محسوب می‌شود (HaghighatKhah *et al.*, 2015).

بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند (*Beta vulgaris*) بر برخی ویژگی‌های کیفی خاک نظیر مقدار کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و EC خاک و همچنین تاثیر اعمال این مدیریت‌ها بر کربن زیست‌توده میکروبی و تنفس میکروبی پایه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت دو طرح آزمایشی مجزا در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهمن ماه ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات خاک و آب استان خراسان رضوی واقع در جنوب شرق مشهد، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارات سالانه ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد اجرا شد.

در آزمایش اول که شامل شش تیمار بود ابتدا ۱۸ کرت با ابعاد ۱×۱ متر و فاصله نیم متر از یکدیگر ایجاد شدند. سپس بقایای گندم شامل ساقه این گیاه به میزان چهار تن در هکتار به تمام کرت‌ها به‌جز شاهد (CW) اضافه شد و تیمارهای رهاسازی بقایای گندم در سطح (W)، بقایای گندم به همراه شخم (PW)، بقایای گندم به همراه کود اوره و شخم (PFW)، سوزاندن بقایای گندم (BW) و سوزاندن بقایای گندم به همراه شخم (BPW) اعمال شدند. در آزمایش دوم که شامل چهار تیمار بود، ۱۲ کرت مشابه با آزمایش اول تهیه و بقایای

چغندرقند به میزان چهار تن در هکتار به تمام کرت‌ها به‌جز شاهد (CS) اضافه شد و تیمارهای رهاسازی بقایای چغندرقند در سطح (S)، بقایای چغندرقند به همراه شخم (PS)، بقایای چغندرقند به همراه شخم و کود اوره (PFS) اعمال شدند. جهت اعمال تیمارها به شرح ذیل اقدام گردید. در تیمارهای W و S بقایای گیاهی به‌طور یکنواخت در تمام سطح کرت پخش گردید. در تیمارهای PW و PS بقایای گیاهی به‌وسیله شخم تا عمق ۳۰ سانتی‌متر با خاک مخلوط شد. در تیمارهای PFW و PFS بقایای گیاهی همراه با کود اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به سطح خاک اضافه و سپس عمل شخم تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. در تیمار BW ابتدا بقایای گیاهی گندم به‌طور یکنواخت در سطح کرت پخش گردید و سپس عمل سوزاندن به‌صورت دستی انجام شد. در تیمار BPW بقایای گیاهی بعد از سوزاندن به‌وسیله شخم با خاک مخلوط شد. پس از اعمال تیمارهای آزمایشی کلیه کرت‌ها به‌طور یکسان تا حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. پس از گذشت شش ماه از اعمال تیمارها، نمونه‌برداری از تیمارها به‌صورت مرکب از عمق شخم (۰ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک) به روش تصادفی انجام گرفت. سپس نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه منتقل و به دو دسته تقسیم شدند. نمونه‌های خاک جهت آنالیزهای بیولوژیکی از الک دو میلی‌متری عبور داده و در رطوبت مزرعه در ظروف پلاستیکی در یخچال و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری نگهداری شدند. همچنین جهت آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از اجرای طرح در جدول ۱ نشان داده شده است. pH خاک با استفاده از دستگاه pH متر در گل اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، کربن آلی به روش والکلی و بلاک (Walkley and Black, 1934)، نیتروژن کل به روش کجلدال (Farhoodi *et al.*, 1999)، فسفر فراهم خاک به روش اولسن و سامرز (Olsen and Summers, 1982)، پتاسیم قابل دسترس به روش استات‌آمونیوم (Chapman, 1962)، کربنات‌کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (Loeppert and Sparks, 1996) و بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری تنفس میکروبی پایه (BR) به روش ایزرمایر (Isermeyer, 1952)، نمونه‌های خاک را در ظروف در بسته در کنار ۵۰ میلی‌لیتر سود ۰/۵ نرمال و ۱۰ میلی‌لیتر کلروباریم ۰/۵ نرمال قرار داده و در درون انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند. دی‌اکسیدکربن تولید شده از تنفس میکروبی در محلول سود گردآوری شد و در پایان مدت انکوباسیون با اسیدکلریدریک ۰/۵ نرمال تیتر شده و بر حسب $mg\ CO_2\text{-}C\ g^{-1}\ 24h^{-1}$ گزارش شد.

کربن زیست‌توده میکروبی به روش تدخین-انکوباسیون اندازه‌گیری شد (Jenkinson and Powlson, 1976). در این روش نمونه‌های خاک با رطوبت مزرعه به کمک کلروفرم به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی تدخین شدند. پس از آن نمونه‌های تدخین شده با ۱۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۱:۱۰ خاک تلقیح شدند. سپس هر نمونه تدخین شده و نمونه تدخین نشده در معرض ۵۰ میلی‌لیتر سود ۰/۵ نرمال و ۱۰ میلی‌لیتر کلرور باریم ۰/۵ نرمال برای مدت ۱۰ روز قرار گرفت. دی‌اکسیدکربن تولید شده از تنفس میکروبی خاک به روش تیتراسیون سود با اسیدکلریدریک ۰/۵ نرمال تعیین شد. با استفاده از معادله ۱ اختلاف بین دی‌اکسیدکربن تولید شده از نمونه‌های تدخین شده و تدخین نشده به‌عنوان کربن زیست‌توده میکروبی تعیین گردید:

$$MBC=\frac{Fc-uFc}{Kc} \qquad (۱)$$

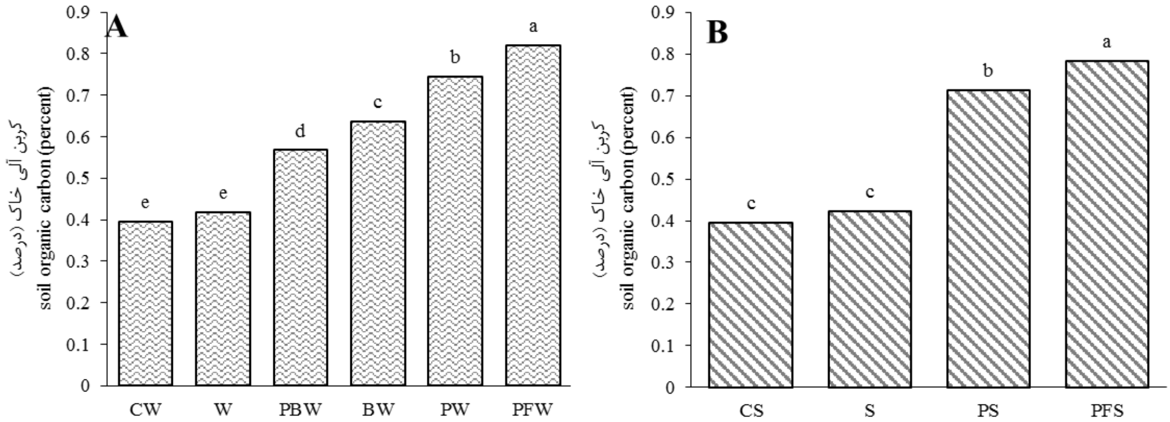
که در آن MBC کربن زیست‌توده میکروبی ($mgC\ kg\ Soil^{-1}$)، Fc دی‌اکسیدکربن تولید شده در نمونه‌های تدخین شده، uF_c دی‌اکسیدکربن تولید شده در نمونه‌های تدخین نشده و K_c ضریب بازیافت که معادل ۰/۴۵ است.

تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار JMP11، مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیزهای آماری نشان داد اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بر ویژگی‌های شیمیایی خاک (غیر از اسیدیته) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد تمام مدیریت‌های بقایای گیاهی گندم و چغندرقند به‌جز رها کردن بقایا در سطح خاک (تیمارهای W و S) موجب افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۱). بر این اساس بیشترین مقدار کربن آلی خاک در مدیریت بقایای گیاهی گندم مربوط به تیمار PFW (۰/۸۲ درصد) و در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند مربوط به تیمار PFS (۰/۷۸ درصد) بود. در پژوهش مباح و نیج (Mbah and Nneji, 2010) تیمارهای باقی گذاشتن سطحی بقایا، خرد کردن و مخلوط کردن بقایا و سوزاندن و مخلوط کردن آنها میزان نسبی ماده آلی بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند و تیمار خرد کردن و مخلوط کردن بیشترین ماده آلی را در فصل اول کشت تولید کردند. نتایج پژوهش حسینی و همکاران (Hoseini *et al.*, 2010) نشان داد که افزودن کود نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک شد. احتمالاً در این پژوهش افزودن کود اوره به‌عنوان منبع نیتروژن موجب تحریک رشد گیاهان در تیمارهای PFS و PFW شده است. با رشد این گیاهان و فعالیت فتوسنتزی آنها کربن آلی موجود در اتمسفر از طریق گیاهان تبدیل به

ترکیبات آلی شده و بخشی از این ترکیبات به شکل تراوشات ریشه وارد محیط خاک می‌شوند (Hoseini *et al.*, 2010). از این رو تیمارهای PFS و PFW مقدار کربن آلی بیشتری نسبت به سایر تیمارها نشان دادند (شکل ۱).



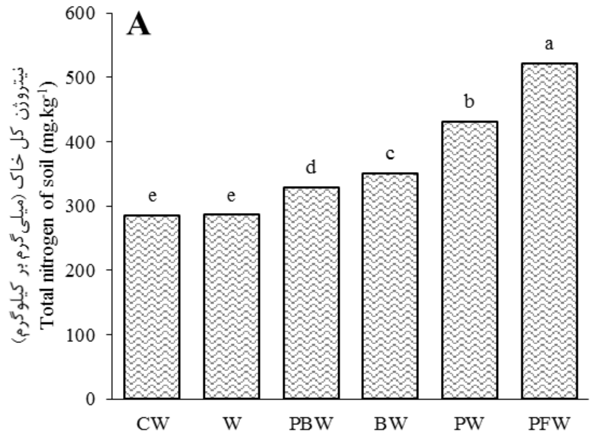
شکل ۱- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار کربن آلی خاک

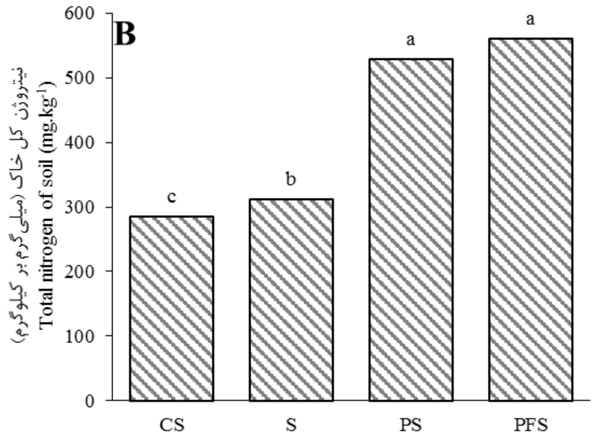
Figure 1- Effect of various management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on the amount of organic carbon in the soil

بیشترین تغییرات مشاهده شده در خاک طی سوزاندن، هدر رفت یا کاهش ماده آلی است (Hoseini *et al.*, 2010)، ولی در این پژوهش تیمارهای BW و PBW به‌ترتیب موجب افزایش ۶۱٪ و ۴۳٪ کربن آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۱). نتایج پژوهش کارا و بولات (Kara and Bolat, 2009) نشان داد که تیمار سوزاندن بقایای گیاهی موجب افزایش مقدار کربن آلی خاک شد. آنها بیان کردند که خاکستر به جای مانده از عمل سوزاندن ممکن است مقدار کربن آلی خاک را افزایش داده باشد. به هرحال باید به این نکته توجه شود که بخش عمده این نوع کربن از نوع بیوچار است که فقط از نظر ترسیب کربن در خاک اهمیت دارد ولی از نظر تاثیر بر تغذیه موجودات زنده خاک یا اثر بر ویژگی‌های زیستی و شیمیایی خاک ناچیز است. نتایج در مورد اثرات سوزاندن بقایای گیاهی بر مقدار کربن آلی خاک متفاوت است. پژوهش صورت گرفته در منطقه مدیترانه نشان داد که که عمل سوزاندن موجب کاهش مقدار کربن آلی خاک شد (Kutiel *et al.*, 1990). پاردینی و همکاران (Pardini *et al.*, 2004) بیان کردند که سوزاندن در کوتاه مدت از طریق تبدیل فرم‌های آلی غیر قابل استفاده به فرم‌های معدنی قابل استفاده مقدار کربن آلی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مقدار بیشتر کربن آلی در تیمار BW نسبت به تیمار PBW احتمالاً به‌خاطر عمل شخم و ورود مقدار بیشتر اکسیژن به خاک باشد که سبب افزایش فعالیت تنفسی ریزجانداران خاک و در نتیجه افزایش معدنی شدن کربن آلی خاک شده است. نتایج به‌دست آمده از تنفس میکروبی پایه نشان‌دهنده این واقعیت است (شکل ۷).

نتایج نشان داد مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند به‌جز رهاسازی بقایای گندم در سطح خاک به‌عنوان مالچ (تیمار W) موجب افزایش معنی‌دار نیتروژن کل خاک نسبت به تیمار شاهد شد. در مدیریت بقایای گیاهی گندم، تیمار PFW موجب بیشترین افزایش در مقدار نیتروژن کل خاک به مقدار ۸۳ ٪ نسبت به تیمار شاهد شد. بعد از این تیمار، تیمارهای PW، PBW و BW به‌ترتیب موجب افزایش ۵۱٪، ۲۳٪ و ۱۵٪ مقدار نیتروژن کل خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند بیشترین مقدار نیتروژن کل خاک مربوط به تیمارهای PFS و PS به‌ترتیب با مقدار ۵۶۰ و ۵۲۹ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک خشک بود که تقریباً دو برابر بیشتر از تیمار شاهد بود. هرچند تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار PFS و PS مشاهده نشد (شکل ۲).

در پژوهش قوشچی و همکاران (Ghoushchi *et al.*, 2010) تیمارهای حاوی کود نیتروژن از منبع اوره نسبت به تیمارهای رهاسازی بقایا در سطح خاک، برگردان بقایا و سوزاندن بقایا بیشترین مقدار نیتروژن خاک را داشتند. همچنین نتایج قوشچی و همکاران (Ghoushchi *et al.*, 2010) نشان داد که تیمار سوزاندن بقایا کمترین مقدار نیتروژن کل خاک را در بین تیمارهای مورد مطالعه داشت شد که مخالف با نتایج این پژوهش بود. به هرحال افزایش در نیتروژن کل خاک در تیمارهای سوزاندن بقایا (PBW و BW) نسبت به تیمار شاهد در این پژوهش تا اندازه‌ای به انتقال دمایی ترکیبات غیرقابل استفاده گیاه (برای مثال میکروب‌ها، گروهای آمیدی ثانویه اصلی و آمینواسیدها) به فرم‌های قابل استفاده گیاه در طی سوزاندن نسبت داده می‌شود (Hemwong *et al.*, 2008).

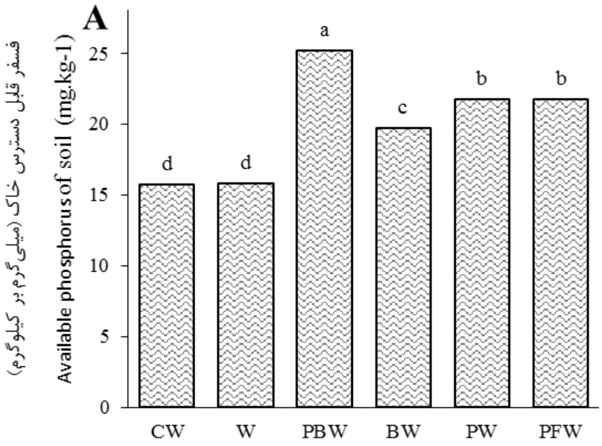


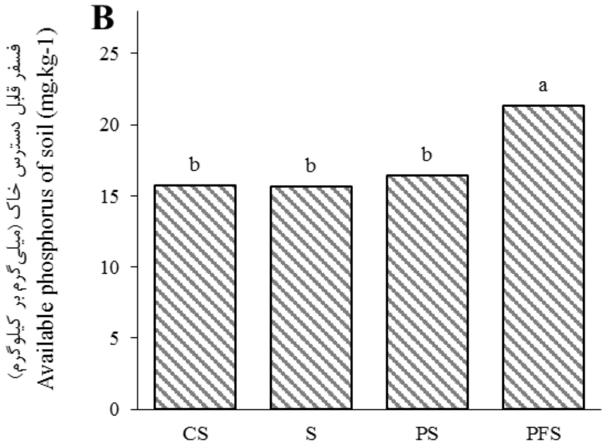


شکل ۲- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار نیتروژن کل خاک
Figure 2- Effect of various management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on the total nitrogen content of the soil

نتایج مقایسه دو بقایای گیاهی استفاده شده در این پژوهش نشان داد که به‌طور کلی تیمارهای حاوی بقایای گیاهی چغندرقند مقدار نیتروژن کل خاک بیشتری نسبت به تیمارهای حاوی بقایای گیاهی گندم داشتند (شکل ۲). برگ‌های بالایی چغندرقند منبع غنی نیتروژن بوده به‌طوری‌که تقریباً ۴۷٪ کود نیتروژن استفاده شده در برگ‌های آن ذخیره می‌شود و معمولاً بعد از برداشت در خاک باقی می‌مانند (Vos and Van der Putten, 2000). به همین دلیل بقایای گیاهی چغندرقند دارای نسبت C:N کمتری در مقایسه با بقایای گیاهی گندم است. آزاد کردن عناصر غذایی توسط بقایای گیاهی بستگی به نسبت C:N و میزان لیگنین و پلی فنول دارد برای مثال بقایای گیاهی با نسبت C:N، لیگنین و پلی فنول بالا به آرامی تجزیه شده و عناصر غذایی کمتری را آزاد می‌کنند (Achakzai *et al.*, 2006).

شکل ۳ نشان‌دهنده اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک است. در مدیریت بقایای گیاهی گندم بیشترین مقدار فسفر قابل دسترس خاک (۲۵/۲ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک) مربوط به تیمار PBW بود که تقریباً ۶۰ ٪ بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین تیمارهای PFW، PW و BW به‌ترتیب موجب افزایش ۳۸٪، ۳۸٪ و ۲۵٪ مقدار فسفر قابل‌دسترس خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. به هرحال رهاسازی بقایای گندم در سطح خاک (تیمار W) اثر معنی‌داری بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک نداشت. در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند بیشترین مقدار فسفر قابل دسترس خاک (۲۱/۳۵ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک) مربوط به تیمار PFS بود که موجب افزایش ۳۰٪ نسبت به تیمار شاهد شد. به هرحال تیمارهای PS و S اثر معنی‌داری بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک نداشتند (شکل ۳).

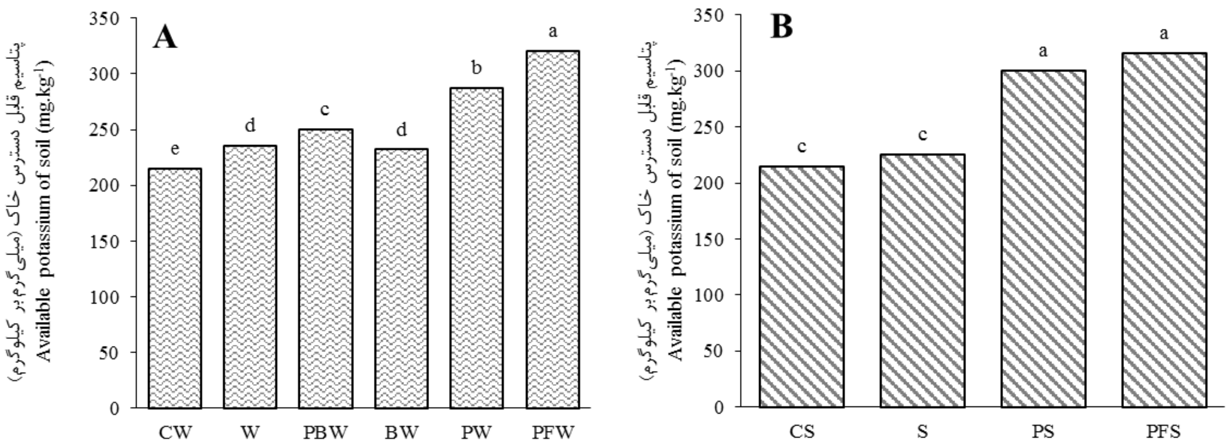




شکل ۳- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک
Figure 3- The Effect of different management of wheat (chart A) and Sugar Beet residues (chart B) on available P content of soil

دلیل بیشتر بودن فسفر قابل دسترس در تیمار PBW را می‌توان به عمل سوزاندن نسبت داد که در طی آن مواد آلی خاک سریعاً به خاکستر تبدیل شده و در نهایت عناصر غذایی نظیر فسفر در خاکستر بقایای گیاهی به شکل محلول در آمده است (Ghoushchi *et al.*, 2010). همچنین با توجه به اینکه در تیمار PBW خاکستر به‌دست آمده به داخل خاک برگردان شد از تلفات آن به‌صورت فرسایش آبی و بادی جلوگیری شد. به همین دلیل مقدار فسفر قابل دسترس در تیمار PBW نسبت به تیمار BW که تنها عمل سوزاندن در آن صورت گرفته بود بیشتر بود (شکل ۳). دلیل افزایش میزان فسفر قابل دسترس در تیمارهای PW و PFW و PFS نیز ممکن است به علت کاهش تثبیت فسفر در اثر کاربرد بقایای گیاهی باشد. احتمالاً قرار گرفتن بقایای گیاهی در خاک باعث تولید مولکول‌های هومیک و اسیدهای آلیفاتیک با وزن مولکولی کم می‌گردد که از طریق تشکیل کمپلکس با اکسیدهای Al و ترکیبات کلسیم موجب کاهش تثبیت فسفر می‌شود (Haynes and Mokobolate, 2009). همچنین دلیل افزایش کمتر فسفر قابل دسترس در تیمارهای PW و PFW در مقایسه با عمل سوزاندن را می‌توان به این دلیل ذکر کرد که در این تیمارها به دلیل عمل تجزیه، آزادسازی فسفر قابل دسترس به درون خاک به آهستگی صورت گرفته در حالی‌که در تیمار PBW به دلیل خاکستر حاصل از این عمل میزان آزادسازی فسفر سریع‌تر صورت گرفته و باعث افزایش بیشتر مقدار آن در مقایسه با سایر تیمارها شده است.

تمام مدیریت‌های بقایای گیاهی گندم و چغندرقند موجب افزایش معنی‌دار پتاسیم قابل دسترس خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. بر این اساس در مدیریت بقایای گیاهی گندم بیشترین مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک مربوط به تیمار PFW با مقدار ۳۲۰/۳ میلی‌گرم پتاسیم بر کیلوگرم خاک خشک بود که تقریباً ۴۹ ٪ بیشتر از تیمار شاهد بود. پس از آن تیمارهای PW، PBW، BW و W به‌ترتیب موجب افزایش ۳۳٪، ۱۶٪، ۹٪ و ۷٪ در مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند بیشترین مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک مربوط به تیمارهای PFS و PS به‌ترتیب با مقدار ۳۱۵/۶ و ۳۰۰/۲ میلی‌گرم پتاسیم در کیلوگرم خاک خشک بود که تقریباً ۴۶٪ و ۴۰٪ بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴).

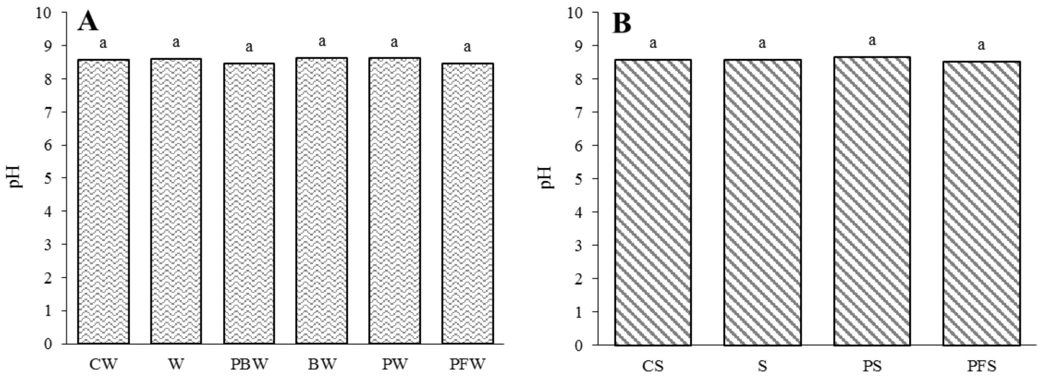


شکل ٤- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک

Figure 4- The effect of different management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on available potassium content in soil

قوشچی و همکاران (Ghoushchi *et al.*, 2010) گزارش کردند که تیمار برگردان بقایا همراه با کود اوره و دامی بیشترین و تیمار سوزاندن بقایا همراه با شخم کمترین مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک را داشتند. همچنین نجفی‌نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al.*, 2007) نیز کاهش پتاسیم قابل دسترس خاک در تیمار سوزاندن بقایای گیاهی نسبت به تیمار حفظ بقایا را مشاهده کردند. به هرحال پژوهش صورت گرفته توسط فرهودی و همکاران (Farhoodi *et al.*, 1999) نشان داد که سوزاندن بقایای گیاهی سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم خاک گردید در حالی‌که برگرداندن بقایا به خاک و خارج کردن آن از مزرعه نسبت به تیمار آیش تاثیر معنی‌داری بر پتاسیم خاک نداشت که این موضوع می‌تواند به دلیل تجزیه آهسته بقایای گیاهی استفاده شده در تیمار برگرداندن بقایا به خاک باشد. دلیل افزایش پتاسیم قابل دسترس در نتیجه تیمارهای مخلوط (تیمارهای PFW، PW، PFS و PS) را می‌توان به آزادسازی تدریجی این عنصر در نتیجه عمل تجزیه بقایا نسبت داد. در مقابل در تیمار سوزاندن بقایا (تیمارهای PBW و BW) به دلیل آزادسازی سریع‌تر این عنصر نسبت به عمل تجزیه، میزان آبشویی آن بیشتر شده و در نتیجه باعث کاهش آن نسبت به سایر تیمارهای مذکور شد.

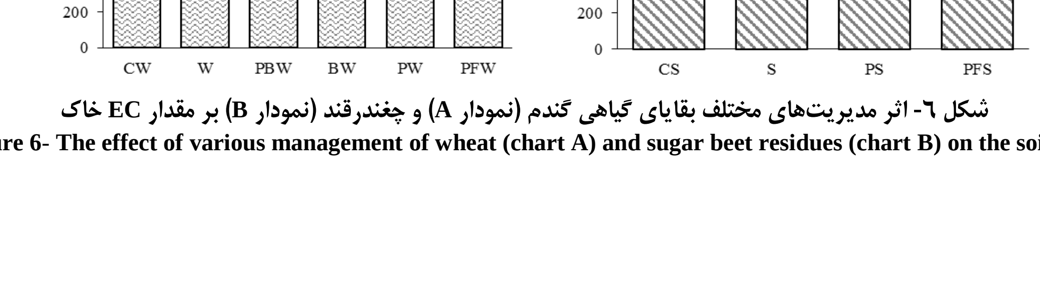
نتایج آنالیزهای آماری نشان داد که مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند اثر معنی‌داری بر مقدار pH خاک نداشت (شکل ۵). حفظ بقایای گیاهی می‌تواند pH خاک را تحت تاثیر قرار دهد. در واقع جهت و مقدار تغییر در pH خاک به ترکیب شیمیایی بقایای گیاهی استفاده شده و ویژگی‌های خاک بستگی دارد (Xu and Coventry, 2003; Butterly *et al.*, 2011). بقایای گیاهی که دارای مقادیر کم از خاکستر قلیایی و نیتروژن هستند مثل بقایای گیاهی گندم، موجب تغییرات کمی در pH خاک خواهند شد در حالی‌که بقایای گیاهی خانواده بقولات اثر قابل توجهی بر مقدار pH خاک دارند (Xu and Coventry, 2003). به هرحال در این پژوهش احتمالاً ظرفیت بافری بالای خاک به دلیل حضور مقادیر بالای کربنات‌کلسیم می‌تواند موجب عدم تغییر pH خاک در اثر افزودن بقایای گیاهی شده باشد.



شکل ۵- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر pH خاک

Figure 5- Effect of various management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on soil pH

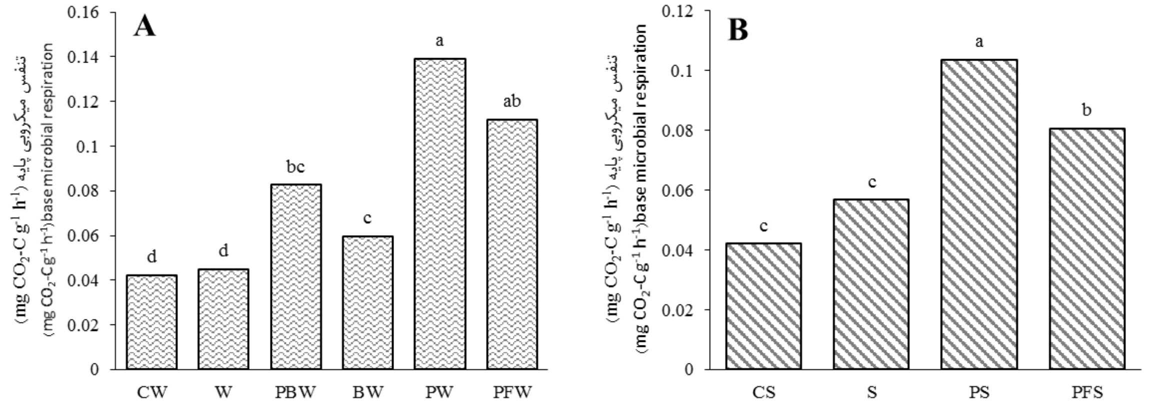
شکل ۶ نشان‌دهنده اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی بر EC خاک است. نتایج نشان داد که تمام مدیریت‌های بقایای گیاهی گندم و چغندرقند به‌جز رهاسازی بقایا در سطح خاک (تیمارهای S و W) موجب افزایش معنی‌دار مقدار EC خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. بر این اساس بیشترین مقدار EC خاک در مدیریت بقایای گیاهی گندم مربوط به تیمارهای PBW و PFW (۱/۶ دسی زیمنس بر متر) و در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند مربوط به تیمارهای PFS و PS (۱/۴۵ دسی‌زیمنس بر متر) بود (شکل ۶). کبیری نژاد و همکاران (Kabirinezhad *et al.*, 2014) گزارش کردند که برگردان بقایای گیاهی مختلف به خاک موجب افزایش شوری خاک شد. آنها بیان کردند که تجزیه بقایای گیاهی موجب آزادسازی عناصر مختلف از بقایای گیاهی می‌شود، که می‌تواند در افزایش مقدار یون‌ها در محلول خاک و در نتیجه افزایش EC خاک موثر باشد. افزایش EC بعد از عمل سوزاندن در تیمارهای PBW و BW در نتیجه یون‌های معدنی محلول است که در طی سوزاندن ماده آلی خاک آزاد شده‌اند. همچنین خاکسترهای به‌وجود آمده در طی سوزاندن به‌وسیله ماده آلی، به آزادسازی نمک‌های محلول کمک می‌کنند و این باعث افزایش EC می‌شود (Hernández *et al.*, 1997). برخلاف تیمارهای مذکور، رهاسازی بقایا در سطح خاک (تیمارهای S و W) موجب کاهش EC خاک نسبت به تیمار شاهد شدند که این کاهش در مورد تیمار S در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. در تیمارهای رهاسازی بقایا در سطح به علت وجود بقایای موجود در سطح خاک تبخیر و تعرق کاهش یافته و در نتیجه شوری خاک کاهش می‌یابد.



شکل ٦- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار EC خاک

Figure 6- The effect of various management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on the soil EC

نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده اثر مثبت تمام مدیریت‌های بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بر ویژگی‌های زیستی مورد بررسی بود. شکل ۷ نشان‌دهنده اثر مدیریت بقایای گیاهی بر تنفس میکروبی پایه خاک است. نتایج نشان داد در مدیریت بقایای گیاهی گندم تیمارهای PW، PFW، PBW و BW به‌ترتیب موجب افزایش ۲۳۱، ۱۶۶، ۹۶ و ۴۱ درصدی تنفس میکروبی پایه خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند بیشترین مقدار تنفس میکروبی مربوط به تیمارهای PS و PFS با مقدار ۰/۱ و ۰/۰۸ بود که تقریباً ۱۴۶ و ۹۱ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۷).

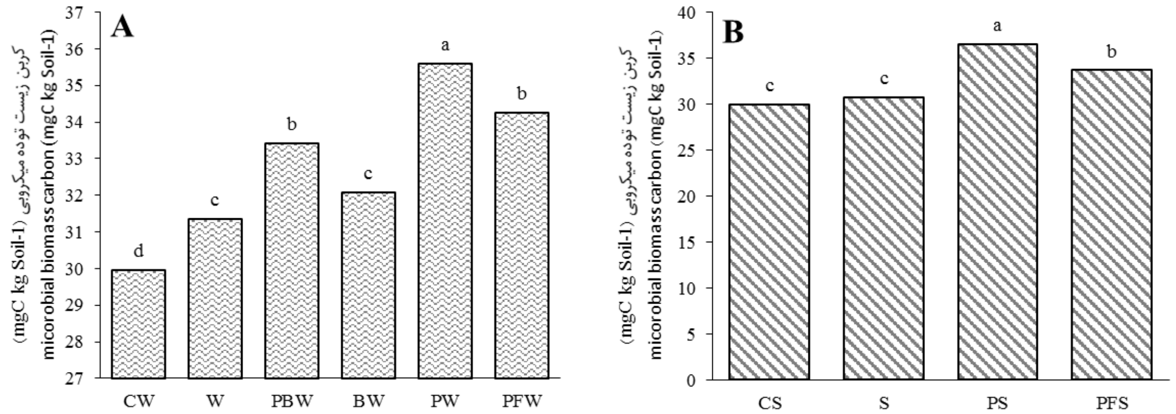


شکل ۷- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار تنفس میکروبی پایه خاک

Figure 7- Effect of different management of wheat residues (chart A) and sugar beet (chart B) on amount of soil microbial respiration

حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2013) گزارش کردند که برگردان بقایا به خاک تنفس میکروبی پایه خاک را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. افزایش در میزان معدنی شدن کربن پس از عمل سوزاندن توسط پژوهش‌های ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2012) و وارد و همکاران (Ward *et al.*, 2007) گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمارهای بقایای گیاهی به همراه شخم (تیمارهای PW و PS) بیشترین مقدار تنفس میکروبی را داشتند چرا که افزودن بقایا به خاک از طریق افزایش ماده آلی و بیشتر شدن تعداد ریزجانداران بومی خاک (Heidari *et al.*, 2013) و همچنین عمل شخم از طریق ورود اکسیژن بیشتر به خاک سبب افزایش فعالیت تنفسی ریزجانداران خاک می‌شود. به هرحال نتایج نشان داد که افزودن کود اوره در تیمارهای PFW و PFS اثر منفی بر ریزجاندارن خاک داشته و موجب کاهش تنفس میکروبی نسبت به تیمارهای PW و PS که فاقد کود اوره بودند، شد. هی و همکاران (He *et al.*, 2013) عنوان داشتند که پتانسیل اسمزی محلول خاک که در نتیجه افزودن مقادیر زیاد کود نیتروژنی به خاک افزایش می‌یابد منجر به تنش اسمزی و مرگ سلولی ریزجانداران حساس خاک و در نتیجه کاهش تنفس میکروبی خاک می‌شود. افزایش تنفس میکروبی پایه خاک در تیمارهای سوزاندن بقایا (تیمارهای PBW و BW) نسبت به تیمار شاهد در این پژوهش احتمالاً به دلیل افزایش مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک و همچنین بهبود کیفیت سوبسترا برای رشد ریزجاندارن و افزایش فراهمی مواد محرک رشد ریزجانداران در اثر فرآیند سوزاندن باشد (Hatten and Zabowski, 2009; Rutigliano *et al.*, 2007). به‌طور کلی عمل سوزاندن از طریق تاثیر بر ویژگی‌های غیرزیستی خاک و همچنین ترکیب و فعالیت جمعیت میکروبی خاک موجب افزایش متابولیسم میکروبی در خاک پس از عمل سوزاندن می‌شود (Zhao *et al.*, 2012).

مشابه با نتایج به‌دست آمده برای تنفس میکروبی پایه خاک، در مدیریت بقایای گیاهی گندم و چغندرقند بیشترین مقدار کربن زیست‌توده میکروبی مربوط به تیمار بقایای گیاهی همراه با شخم (تیمار PW و PS) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. به‌طور کلی در مدیریت بقایای گیاهی گندم تیمارهای PW، PFW، PBW و BW به‌ترتیب موجب افزایش ۱۸، ۱۴، ۱۱ و ۷ درصدی کربن زیست‌توده میکروبی خاک نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین در مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند تیمارهای PS و PFS موجب افزایش ۲۱ و ۱۲ درصدی کربن زیست‌توده میکروبی خاک نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۸). کربن زیست‌توده میکروبی خاک یکی از ناپایدارترین بخش‌های مواد آلی خاک است. اگرچه کربن زیست‌توده میکروبی تنها یک تا سه درصد از کل ماده آلی خاک را تشکیل می‌دهد ولی نقش محوری در چرخه کربن خاک دارد. مقدار کربن زیست‌توده میکروبی اغلب به‌خوبی مرتبط با مقدار کربن آلی و عناصر غذایی خاک نیست ولی اثر قابل توجهی در آزادسازی عناصر غذایی و دینامیک کربن آلی خاک دارد و همچنین شاخصی حساس به عوامل محیطی مثل رطوبت، دما و عملیات‌های مدیریتی از قبیل افزودن بقایای گیاهی به خاک است (HaghighatKhah *et al.*, 2015).



شکل ۸- اثر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم (نمودار A) و چغندرقند (نمودار B) بر مقدار کربن زیست‌توده میکروبی خاک

Figure 8- Effect of various management of wheat (chart A) and sugar beet residues (chart B) on amount of microbial biomass carbon

حفظ بقایای گیاهی یکی از عوامل مهم در افزایش فعالیت و کربن زیست‌توده میکروبی خاک است (Turmel *et al.*, 2015). لو و همکاران (Lou *et al.*, 2011) بیان کردند که حفظ بقایای گیاهی از طریق افزایش مقدار کربن آلی و نیتروژن، افزایش رطوبت و تخلخل و کاهش دمای خاک موجب افزایش معنی‌دار کربن زیست‌توده میکروبی نسبت به تیمار بدون بقایای گیاهی شد. به هرحال مشابه با تنفس میکروبی نتایج نشان داد که افزودن کود اوره در تیمارهای PFW و PFS موجب کاهش کربن زیست‌توده میکروبی خاک نسبت به تیمارهای PW و PS شد. احتمالاً افزودن کود اوره (زیادی نیتروژن در خاک) از طریق تغییر در فراهمی کربن سبب کاهش کربن زیست‌توده میکروبی خاک شده است. در واقع زیادی نیتروژن در خاک از طرق مختلف (مثل کاهش تولید آنزیم لیگنیناز توسط قارچها و در نتیجه کاهش تجزیه لیگنین، کاهش توسعه ریشه و قارچ‌های میکوریزی و در نتیجه کاهش تولید ترکیبات کربنی، پیوند ترکیبات نیتروژنی با کربوهیدرات‌ها و تشکیل ترکیبات دیر تجزیه‌پذیر) موجب کاهش دسترسی کربن برای ریزجانداران خاک و در نتیجه کاهش تنفس و زیست‌توده میکروبی خاک می‌شود (Treseder, 2008).

در مقایسه با تیمارهای PW و PFW، تیمار سوزاندن بقایا (PBW و BW) موجب افزایش کمتری در کربن زیست‌توده میکروبی شدند که این احتمالاً به دلیل از بین رفتن بخش عمده‌ای از ریزجانداران خاک در اثر حرارت ناشی از آتش باشد (Ajwa *et al.*, 1999). به هرحال در توافق با نتایج این پژوهش ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2012) گزارش کردند که در اولین فصل رشد بعد از عمل سوزاندن مقدار کربن زیست‌توده میکروبی خاک تحت سوزاندن بقایای گیاهی به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک بدون سوزاندن بقایای گیاهی بود. آنها بیان کردند که احتمالاً فراهمی بیشتر مواد آلی بعد از عمل سوزاندن علت مقدار بیشتر کربن زیست‌توده میکروبی در این تیمار باشد. علاوه براین عناصر آزاده شده از بقایای گیاهی در طی عمل سوزاندن و همچنین کربن آلی ناپایدار و آمونیوم آزاد شده از ریزجانداران نابود شده در طی سوزاندن می‌تواند موجب افزایش رشد ریزجانداران خاک و کربن زیست‌توده میکروبی خاک شده باشد (Snyman, 2003; Anderson *et al.*, 2004). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عمل شخم همراه با سوزاندن بقایای گیاهی (تیمار PBW) اثر افزایشی بیشتری بر مقدار کربن زیست‌توده میکروبی نسبت به عمل سوزاندن تنها (تیمار BW) دارد. احتمالاً مخلوط کردن قسمت بالایی خاک با انجام عمل شخم از اثرات مضر سوزاندن در لایه سطحی کاسته و ریزجانداران لایه‌های پایین‌تر، که از اثرات آتش مصون مانده‌اند، را به سطح خاک منتقل می‌کند (Hoseini *et al.*, 2010). بنابراین شاهد افزایش کربن زیست‌توده میکروبی در تیمار PBW نسبت به تیمار BW بودیم.

نتیجه‌گیری

مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی گندم و چغندرقند موجب تغییرات معنی‌داری بر ویژگی‌های شیمیایی (به‌جز pH) و زیستی مورد بررسی شدند. به‌طور کلی تمام مدیریت‌های بقایای گیاهی به‌جز رهاسازی بقایا در سطح خاک موجب افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس، تنفس میکروبی پایه و کربن زیست‌توده میکروبی خاک شدند. افزایش مشاهده شده احتمالاً به دلیل فقیر بودن خاک از عناصر غذایی و ماده آلی باشد. در ارتباط با وضعیت کربن آلی و عناصر غذایی خاک به نظر می‌رسد موثرترین روش مدیریتی ابتدا تیمار بقایای گیاهی به همراه کود اوره و شخم (تیمارهای PFW و PFS) و سپس تیمار بقایای گیاهی به همراه شخم (تیمارهای PW و PS) باشد. به هرحال در مورد تنفس میکروبی پایه و کربن زیست‌توده میکروبی خاک موثرترین روش مدیریتی ابتدا تیمار بقایای گیاهی به همراه شخم (تیمارهای PW و PS) و سپس تیمار بقایای گیاهی به همراه کود اوره

و شخم (تیمارهای PFW و PFS) بود. به نظر می‌رسد در این پژوهش افزودن کود اوره از طریق کاهش فراهمی کربن برای ریزجانداران خاک موجب کاهش تنفس و کربن زیست‌توده میکروبی شده باشد. همچنین در این پژوهش اگرچه تیمارهای سوزاندن بقایای گیاهی (PBW و BW) موجب بهبود وضعیت عناصر غذایی، تنفس میکروبی پایه و کربن زیست‌توده میکروبی نسبت به تیمار شاهد شدند ولی کارایی کمتری نسبت به تیمارهای PW و PFW داشتند. به نظر می‌رسد این روش مدیریتی احتمال تلفات و هدر رفت کربن و عناصر غذایی را در طولانی مدت افزایش می‌دهد و همچنین به دلیل دمای بالای ایجاد شده در طی سوزاندن می‌تواند موجب مرگ و از بین رفتن ریزجانداران خاک شود. بنابراین براساس یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که در منطقه مورد مطالعه روش‌های مدیریتی شامل تیمار بقایای گیاهی به همراه کود اوره و شخم و تیمار بقایای گیاهی به همراه شخم مناسب‌ترین باشند. همچنین توصیه می‌شود اثر روش‌های مدیریتی مورد مطالعه بر عملکرد گیاه و سایر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و در بازه‌های طولانی مدت مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

1. Achakzai, A. K. K., and Bangulzai, M. I. 2006. Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Pakistan Journal of Botany 38 (2): 331-340.
2. Ajwa, H. A., Dell, C. J., and Rice, C. W. 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. Soil Biology and Biochemistry 31 (5): 769-777.
3. Andersson, M., Michelsen, A., Jensen, M., and Kjøller, A. 2004. Tropical savannah woodland: effects of experimental fire on soil microorganisms and soil emissions of carbon dioxide. Soil Biology and Biochemistry 36 (5): 849-858.
4. Bremner, J. M., and Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen-total. P 595-624, In: A.L. Page (Eds), Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, WI.
5. Butterly, C. R., Bhatta Kaudal, B., Baldock, J. A., and Tang, C. 2011. Contribution of soluble and insoluble fractions of agricultural residues to short-term pH changes. European Journal of Soil Science 62 (5): 718-727.
6. Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. P 891-901, In: C.A. Black (Eds), Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, WI.
7. Du Preez, C. C., Steyn, J. T., and Kotze, E. 2001. Long-term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid Plinthosol. Soil and tillage Research 63 (1): 25-33.
8. FAO. 2011. Soil Health: Technologies that Save and Grow. FAO, Rome.
9. Farhoodi, R., Chaychi, M. R., Majnun Hoseini, N., and Savaghebi, G. H. R. 1999. The Effect of Managing Wheat Plant Residues on Soil Properties and Sunflower Performance in a Double Crop System. Iranian Crop Science 39 (1): 11-21.
10. Gee, G. H., and Bauder, J. W. 1986. Particle size analysis. P 383-409, In: A. Klute (Eds), Methods of Soil Analysis, Part 2 physical properties, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
11. Ghoushchi, F., Jourablou, A., Silespour, M., and Hadi, H. 2010. Effect of tillage and management of *Hordeum vulgare* L. on the soil and corn characteristics of forage (*Zea mays* L.). Agricultural Ecology 3 (2): 428-436.
12. HaghighatKhah, N., Hojjati, S., Landi, A., and Moetamedi, H. 2015. Effect of burning sugarcane and corn plants on different forms of carbon in some soils of Khuzestan province. Water and Soil Knowledge 25 (1): 129-142.
13. Hatten, J. A. and Zabowski, D. 2009. Changes in soil organic matter pools and carbon mineralization as influenced by fire severity. Soil Science Society of America Journal 73 (1): 262-273.
14. Haynes, R. J., and Mokolobate, M. S. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. Nutrient cycling in Agroecosystems 59 (1): 47-63.
15. He, Y., Qi, Y., Dong, Y., Xiao, S., Peng, Q., Liu, X., and Sun, L. 2013. Effects of nitrogen fertilization on soil microbial biomass and community functional diversity in temperate grassland in Inner Mongolia, China. CLEAN–Soil, Air, Water 41 (12): 1216-1221.
16. Heidari, F., RasulZadeh, A., SepasKhah, A., Asghari, A., and Ghavidel, A. 2013. The effect of management of plant remains on the physical and biological characteristics of soil and yield of corn fodder and barley. Water and Soil 17 (65): 233-248.
17. Hemwong, S., Cadisch, G., Toomsan, B., Limpinuntana, V., Vityakon, P., and Patanothai, A. 2008. Dynamics of residue decomposition and N 2 fixation of grain legumes upon sugarcane residue retention as an alternative to burning. Soil and Tillage Research 99 (1): 84-97.
18. Hernández, T., Garcia, C., and Reinhardt, I. 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. Biology and Fertility of Soils 25 (2): 109-116.
19. Hoseini, .Lakzian, A., and Emami, H ,.hG ,HaghNia ,.S .M2010 .Consequences of different management of barley residue on carbon indices of microbial biomass, organic carbon and total nitrogen in soil .Agricultural Ecology 3 (2): 272-282.

20. Isermeyer, H. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 56 (1-3): 26-38.
21. Jenkinson, D. S., and Powlson, D. S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil—I. Fumigation with chloroform. Soil Biology and Biochemistry 8 (3): 167-177.
22. Kabirinejad, S., Kalbasi, M., Khoshgoftarmanesh, A. H., Hoodaji, M., and Afyuni, M. 2014. Effect of Incorporation of Crops Residue into Soil on Some Chemical Properties of Soil and Bioavailability of Copper in Soil. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 2 (11): 2819-2824.
23. Kara, O., and Bolat, I. 2009. Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in black pine plantation soils in Turkey. Ecological Indicators 9 (6): 1151-1155.
24. Karami, A., Homaee, M., Afzalinia, S., Ruhipour, H., and Basirat, S. 2012. Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. Agriculture, Ecosystems and Environment 148: 22-28.
25. Kutiel, P., Naveh, Z., and Kutiel, H., 1990. The effect of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel, Israel. In: Goldammer, J.G., Jenkins, M.J. (Eds.), Fire in Ecosystem Dynamics: Mediterranean and Northern Perspectives. SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 85-94.
26. Lal, R. A. 2005. World crop residues production and implications of its use as a biofuel. Environment International 31 (4): 575-584.
27. Loeppert, R. H., and Sparks, D. L. 1996. Carbonate and gypsum. P 437-474, In: D.L. Sparks (Eds), Methods of Soil Analysis, Part3 chemical methods, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
28. Lou, Y., Liang, W., Xu, M., He, X., Wang, Y., and Zhao, K. 2011. Straw coverage alleviates seasonal variability of the topsoil microbial biomass and activity. Catena 86 (2): 117-120.
29. Lou, Y., Xu, M., Wang, W., Sun, X., and Zhao, K. 2011. Return rate of straw residue affects soil organic C sequestration by chemical fertilization. Soil and Tillage Research 113 (1): 70-73.
30. Malhi, S. S., and Kutcher, H. R. 2007. Small grains stubble burning and tillage effects on soil organic C and N, and aggregation in northeastern Saskatchewan. Soil and Tillage Research 94 (2): 353-361.
31. Mbah, C. N., and Nneji, R. K. 2010. Effect of different crop residue management techniques on selected soil properties and grain production of maize. Journal of Applied Sciences Research 6 (2): 151-155.
32. Mendham, D. S., Sankaran, K. V., O'connell, A. M., and Grove, T. S. 2002. Eucalyptus globulus harvest residue management effects on soil carbon and microbial biomass at 1 and 5 years after plantation establishment. Soil Biology and Biochemistry 34 (12): 1903-1912.
33. Mu, X., Zhao, Y., Liu, K., Ji, B., Guo, H., Xue, Z., and Li, C. 2016. Responses of soil properties, root growth and crop yield to tillage and crop residue management in a wheat–maize cropping system on the North China Plain. European Journal of Agronomy 78: 32-43.
34. Mulumba, L. N., and Lal, R. 2008. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil and Tillage Research 98 (1): 106-111.
35. Najafinezhad, H., Javaheri M. A., Gheibi, M., and Rostami, M. A. 2007. Influence of tillage practices on the grain yield of maize and some soil properties in maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Sciences (Pakistan).
36. Olsen, S. R., and Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. P 4013-430, In: A. Klute (Eds), Methods of Soil Analysis, Part1 chemical and biological properties, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
37. Pardini, G., Gispert, M., and Dunjó, G. 2004. Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different Mediterranean environments in NE Spain. Science of the total Environment 328 (1): 237-246.
38. Rengel, Z. 2007. The role of crop residues in improving soil fertility. In Nutrient cycling in terrestrial ecosystems (pp. 183-214). Springer Berlin Heidelberg.
39. Rutigliano, F. A., De Marco, A., D'Ascoli, R., Castaldi, S., Gentile, A., and De Santo, A. V. 2007. Impact of fire on fungal abundance and microbial efficiency in C assimilation and mineralisation in a Mediterranean maquis soil. Biology and Fertility of Soils 44 (2): 377-381.
40. Snyman, H. A. 2003. Short-term response of rangeland following an unplanned fire in terms of soil characteristics in a semi-arid climate of South Africa. Journal of Arid Environments 55 (1): 160-180.
41. Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Beaton, J. D., and Halven, J. 1990. Soil Fertility and Fertilizer Macmillan Pub. Co. New York.
42. Treseder, K. K. 2008. Nitrogen additions and microbial biomass: A meta-analysis of ecosystem studies. Ecology Letters 11 (10): 1111-1120.
43. Turmel, M. S., Speratti, A., Baudron, F., Verhulst, N., and Govaerts, B. 2015. Crop residue management and soil health: A systems analysis. Agricultural Systems 134: 6-16.
44. Vos, J., and Van der Putten, P. E. L. 2000. Nutrient cycling in a cropping system with potato, spring wheat, sugar beet, oats and nitrogen catch crops. I. Input and off take of nitrogen, phosphorus and potassium. Nutrient cycling in Agroecosystems 56 (2): 87-97.

45. Walkley, A., and Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37 (1): 29-38.
46. Ward, S. E., Bardgett, R. D., McNamara, N. P., Adamson, J. K., and Ostle, N. J. 2007. Long-term consequences of grazing and burning on northern peatland carbon dynamics. Ecosystems 10 (7): 1069-1083.
47. Wei, T., Zhang, P., Wang, K., Ding, R., Yang, B., Nie, J., and Han, Q. 2015. Effects of wheat straw incorporation on the availability of soil nutrients and enzyme activities in semiarid areas. PloS one 10 (4): e0120994.
48. Xu, R. K., and Coventry, D. R. 2003. Soil pH changes associated with lupin and wheat plant materials incorporated in a red–brown earth soil. Plant and Soil 250 (1): 113-119.
49. Zhao, H., Tong, D. Q., Lin, Q., Lu, X., and Wang, G. 2012. Effect of fires on soil organic carbon pool and mineralization in a Northeastern China wetland. Geoderma 189: 532-539.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 3, Fall. 2019, p. 359-372

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۷۲-۳۵۹

Effect of Different Management of Wheat and Sugar Beet Residues on Some Chemical and Biological Properties of Soil

F. Ghoreishi[1], A. Lakzian[2*], A. Fotovat[2], H. Zabihi[3]

Received: 26-10-2017
Accepted: 19-02-2019

Introduction

Excessive application of chemical fertilizers can lead to poor soil and groundwater quality and severe nutritional disturbances on the land and environmental damage. In recent years, increasing concern about the production of healthy food and the emphasis on maintaining fertility and soil quality have led to more attention to maintaining and increasing soil organic matter through appropriate management practices. Management of crop residues can play pivotal role in improving soil productivity and quality as well as crop yield through its effects on soil physical, chemical and biological properties. Soil quality, generally, indicates the ability of the soil to function as an ecosystem by preserving fertility, environmental quality and enhancing the health of plants and creatures which is always under the influence of management operations. Hence, soil quality assessment methods allow quantitative biological, chemical and physical responses of soil to be compared to different management practices. Soil quality assessment is a very complicated process due to the different soil properties in different management conditions.

Materials and Methods

To investigate the effect of various managements of wheat and sugar beet residues on some chemical and biological properties of soil, two distinct experiments were carried out in a completely randomized design with three replications. Treatments of first experiment included control (CW), wheat residues retained on soil surface (W), wheat residues incorporated into soil with plowing (PW), wheat residues incorporated into soil with plowing plus urea fertilizer (PFW), wheat residues burnt (BW) and wheat residues burnt is followed by incorporating into soil with plowing (PBW). Treatments of second experiment were including control (CS), sugar beet residues retained on soil surface (S), sugar beet residues incorporated into soil with plowing (PS) and sugar beet residues incorporated into soil with plowing plus urea fertilizer (PFS). In W and S treatments, the remained plants were distributed uniformly throughout the plot. In PW and PS treatments, the remained plants were mixed with soil by plowing to a depth of 30 cm. In PFW and PFS treatments, plant residues with urea fertilizer (4 tons per hectare) were added to soil surface and then plowed. In BW treatment, wheat plant residues were distributed uniformly in plot and then the burning was performed manually. In BPW treatment, plant residues were mixed with soil after burning by plowing. After applying the experimental treatments, all plots were irrigated in the same way. Irrigation intervals were applied to the plots similar to the adjacent plots and were irrigated regularly during the experiment period. After 6 months of application of the treatments, sampling of the treatments was carried out using a systematic method, consisting of plowing depth (0 to 25 centimeters of soil).

Results and Discussion

Results showed that various managements of wheat and sugar beet residues caused significant changes in studied chemical (except pH) and biological properties. All management methods, except retention of residues on soil surface (C and S treatments), increased organic carbon, total nitrogen, available phosphorus and potassium compared with the control treatment. Generally, in both crop residues, the greatest content of organic carbon, total nitrogen and available potassium were related to incorporating residues into soil with plowing plus urea fertilizer (PFW and PFS treatments). Also, the highest content of available phosphorus was related to PBW and PFS treatments in wheat and sugar beet residues management, respectively. In the case of basal microbial respiration and microbial biomass carbon, the most effective managements were residues incorporation into soil with plowing (PW and PS treatments) and then residues incorporation into soil with plowing plus urea fertilizer (PFW and PFS treatments). In this study, although residues burning (BW and PBW treatments) improved nutrient content, microbial respiration and microbial biomass carbon compared with the control treatment, they

1- MSc. Student, Soil Science Department, Ferdowsi University of Mashhad
2- Professor, Soil Science Department, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute of Khorasan Razavi
(*- Corresponding Author Email: lakzian@um.ac.ir)

were less effective than PW and PFW treatments. According to the results, in both wheat and sugar beet residues, the most appropriate managements to improve the soil quality indicators were to incorporate the residues into soil with plowing plus urea fertilizer, as well as only incorporating the residues into soil with plowing. The results showed that the use of a minimum set of properties affecting soil quality or MDS can determine the soil quality with reasonable accuracy and cost and time less in the studied soil.

Keywords: Nutrient elements, Residue burning, Residues incorporation